ВИРТУАЛЬНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Константин Нехорошев
Евгений Сокол

Предлагаем вашему вниманию материал, посвященный возможностям использования персонального компьютера в качестве комплекса радиоизмерительных приборов для ремонта, настройки и обслуживания, в частности, бытовой радиоэлектронной аппаратуры.

А начать, наверное, надо с истории. У большинства наших читателей, кто ранее сталкивался с автоматизацией измерений, это ассоциируется с тяжелыми стойками, шедевром технической мысли типа ДВК, попытками соединить измерительную аппаратуру общей шиной, километрами распечаток и проблемами, при этом возникающими. Скажем сразу, что ни о чем таком мы писать не собираемся. Современный уровень развития компьютерной техники позволяет практически полностью отказаться от специализированной измерительной аппаратуры, заменив ее либо специальными измерительными платами, устанавливаемыми в обычный персональный компьютер, либо вообще отказаться от дополнительной аппаратуры, воспользовавшись уже имеющимися у ПК возможностями. Именно об этом варианте, основное достоинство которого очевидно — низкая цена, мы и поговорим сегодня. Несмотря на кажущуюся несерьезность, у такого варианта довольно большой измерительный потенциал. Речь идет о типовой звуковой плате и специализированном программном обеспечении, способном заменить комплекс низкочастотной измерительной аппаратуры, работающий в полосе 0 Гц ... 20 кГц. Основное ограничение, накладываемое аппаратурой, — возможности и параметры используемой звуковой платы. Более подробный разговор об этом впереди, а пока скажем лишь, что слишком много ожидать от обычного Sound Blaster за $10...15 не следует, зато платы прецизионного класса способны обеспечить динамический диапазон измерений в полосе звуковых частот на уровне 85–90 дБ, чего более чем достаточно для большинства типовых применений.

Но сперва о требованиях, предъявляемых к персональному компьютеру, так сказать, к минимальному «железу» (или, следуя терминологии, Hardware). Это наиболее распространенный в нашей стране IBM-совместимый компьютер с процессором 486DX и выше (конечно, лучше выше, если не хотите, чтобы работа постоянно перемежалась паузами и томительным ожиданием), с оперативной памятью не менее

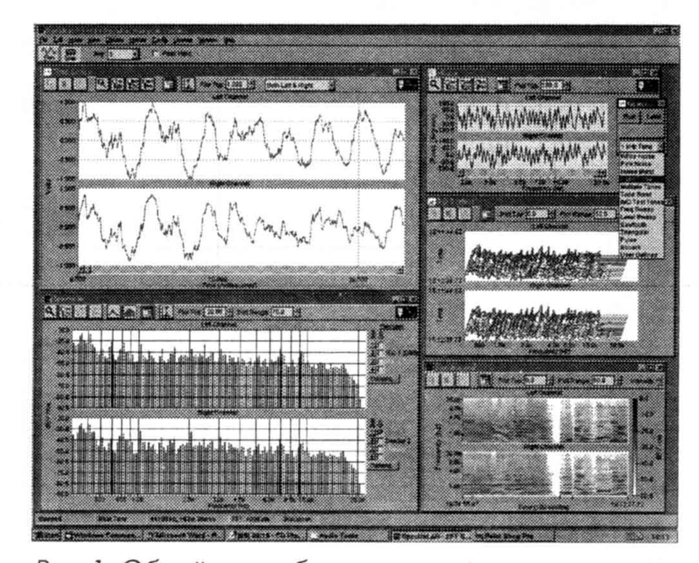


Рис. 1. Общий вид рабочего стола

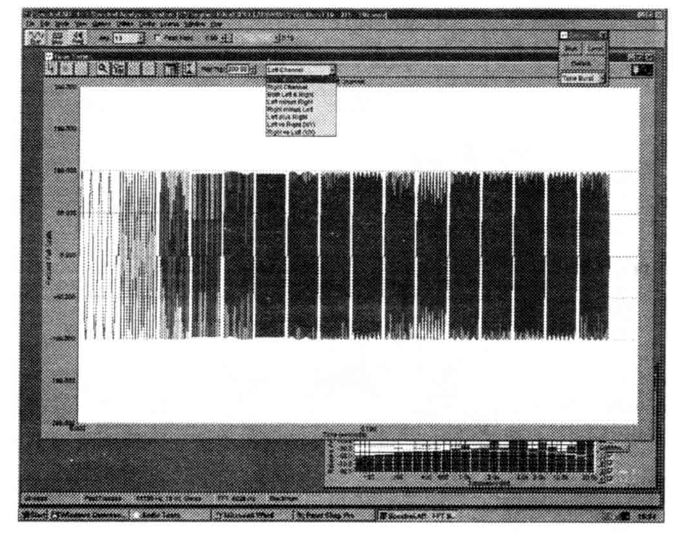


Рис. 2. Осциллограмма пачек частот

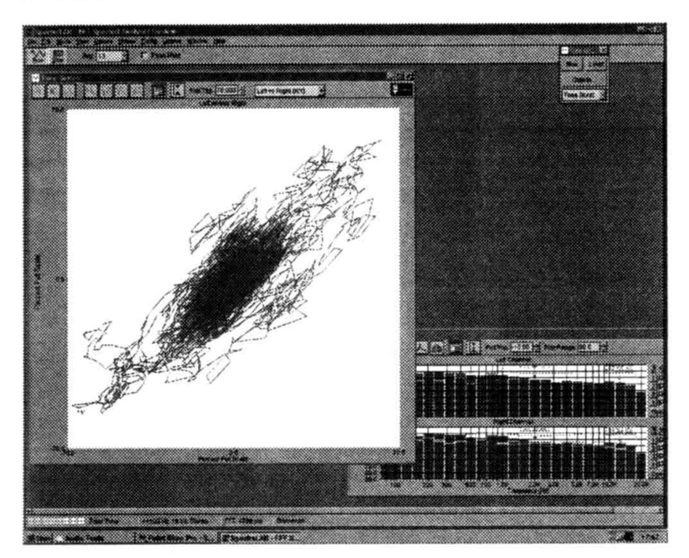


Рис. 3. Фигура Лиссажу стереосигнала

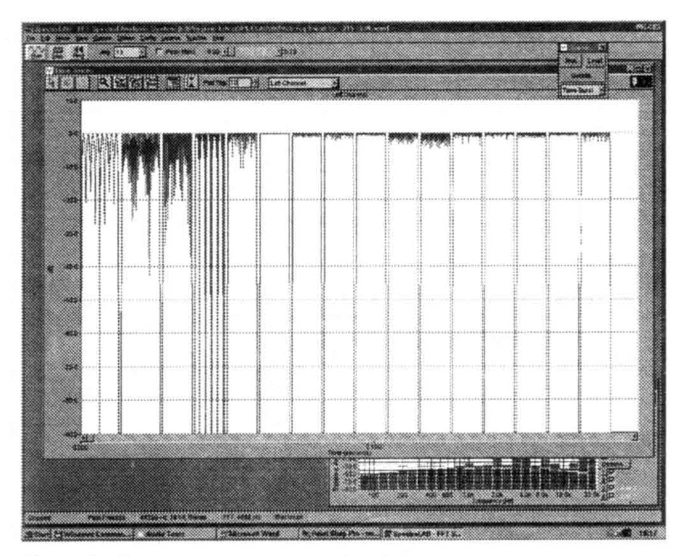


Рис. 4. Осциллограмма средневыпрямленных пачек частот

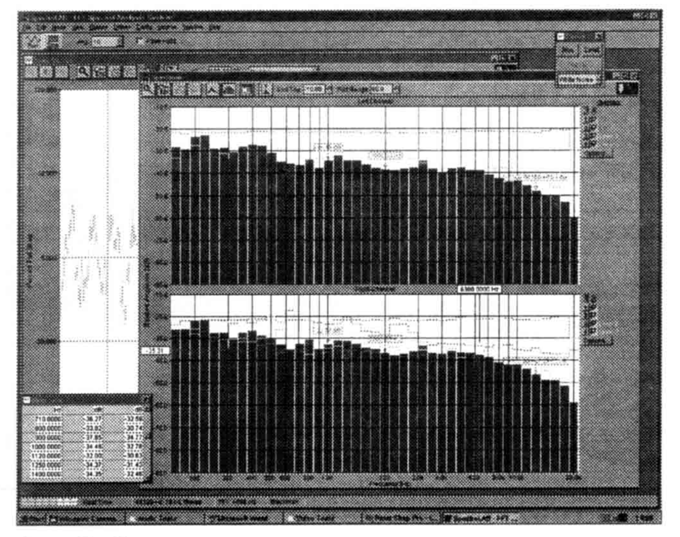


Рис. 5. Спектр стереосигнала

8 MB (лучше 16 MB). Необходима установленная операционная система Windows 95 или Windows NT и свободное пространство на жестком диске порядка 15 MB для установки специального программного обеспечения и 100-200 MB для записи аудио файлов. Необходим также цветной VGA монитор, способный показывать не менее 256 цветов, а наличие клавиатуры и мыши подразумевается. Желательно иметь монитор с хорошим разрешением (1024x768 и выше), чтобы все элементы интерфейса удобно размещались на экране.

Определившись с Hardware, самое время подумать о Software. Большинство современных программ-аудиоредакторов оснащены встроенными сильными модулями синтеза и анализа звукового сигнала. Для примера упомянем о таких программных продуктах, как Cool Edit Pro, Sound Forge и WaveLab. Несмотря на то, что их основное предназначение — редактирование звуковых файлов, ознакомиться с их возможностями полезно, тем более что некоторыми их функциями (например, синтез сигналов произвольной формы) придется довольно часто пользоваться. Но все же главным рабочим инструментом, без сомнения, будет специализированный софт, эмулирующий в реальном времени большинство оборудования измерительной аудиолаборатории. В качестве примера рассмотрим работу с программой SpectraLAB калифорнийской компании Sound Technology Inc., довольно широко распространенной в России. Взгляните на основное окно программы, чтобы оценить ее богатейшие возможности. Одновременно открыты окна двухканального осциллографа, спектроанализатора, измерителя фазы, а также вспомогательные окна спектрографа и трехмерного спектра. И все это работает в реальном времени, причем с немалым технологическим запасом. Для работы программы достаточно операционной системы Windows 3.1 с установленным расширением Win32s, либо Windows 95/98. Очень хорошо SpectraLAB работает под Windows NT 4.0 с Service Pack3/4. Особенно ценно, что SpectraLAB изначально ориентирован на стандартный для Windows формат звуковых файлов (WAV). Это позволяет легко обмениваться результатами измерений (или сигналами генератора) с другими программами, а результаты измерений экспортировать в различные табличные процессоры, например Excel.

Но перейдем к более подробному рассмотрению обширных возможностей программы SpectraLAB. Всего в ней предусмотрено три режима (Mode) работы: запись информации на диск (Recorder), анализ запи-

санной информации (Post Process) и особенно ценный режим — работа в реальном времени (Real Time).

На рис. 1 показан общий вид рабочего стола программы, на котором открыто большинство панелей, — осциллограф, генератор, анализатор спектра, фазометр и т.д. Причем анализатор спектра можно вывести в 3 различных видах — помимо классического варианта, возможно трехмерное представление и в виде спектрограммы. Данные из любого окна, при необходимости, можно вывести как таблицу.

Безусловно, самый необходимый измерительный прибор в любой лаборатории — осциллограф. SpectraLAB эмулирует большинство необходимых режимов осциллографа (напомним, что полоса пропускания такого осциллографа будет ограничена только возможностями вашей звуковой платы). Рассмотрим один из характерных и в то же время самых распространенных вариантов, — двухканальный осциллограф.

На рис. 2 в качестве примера представлена осциллограмма пачек частот в диапазоне 315 Гц ... 20 кГц. В перечне вариантов переключения входных каналов окна Time Series видно, что по возможностям коммутации входов и получению суммарно-разностного сигнала наш виртуальный осциллограф не уступит самым «крутым» реальным двухканальным. Так, возможна работа с любым из каналов независимо, с обоими сразу, с суммой или разностью каналов, а также подача разных каналов на разные оси. Один щелчок мышкой, и извольте видеть картинку фазового сдвига между реальными стереоканалами в реальном времени. О классических фигурах Лиссажу можно и не говорить.

Естественно, можно изменить масштабы осей, автоматически откалибровать предельное значение вертикальной шкалы исходя из уровня сигнала, выделить любой фрагмент сигнала, пропустить его через фильтр и сразу же увидеть изменение формы на основной осциллограмме. Все это реализуется «в горячую» кнопками внутри окна осциллографа. При этом можно самому задать любой тип фильтра (нижних частот, верхних частот, полосовой или заградительный), а также его частотные характеристики. Для любителей обустраивать все «под себя» предусмотрена возможность изменять по вкусу цвета всех элементов экрана. Более того, осциллограф может работать в режиме вывода средневыпрямленных значений сигнала (Energy). Именно этот режим на примере того же сигнала пачек вы видите на рис. 4.

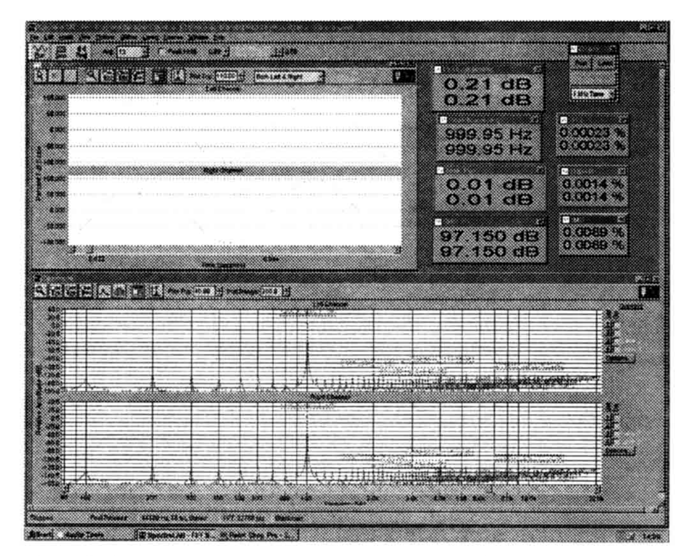


Рис. 6. Цифровые измерительные приборы

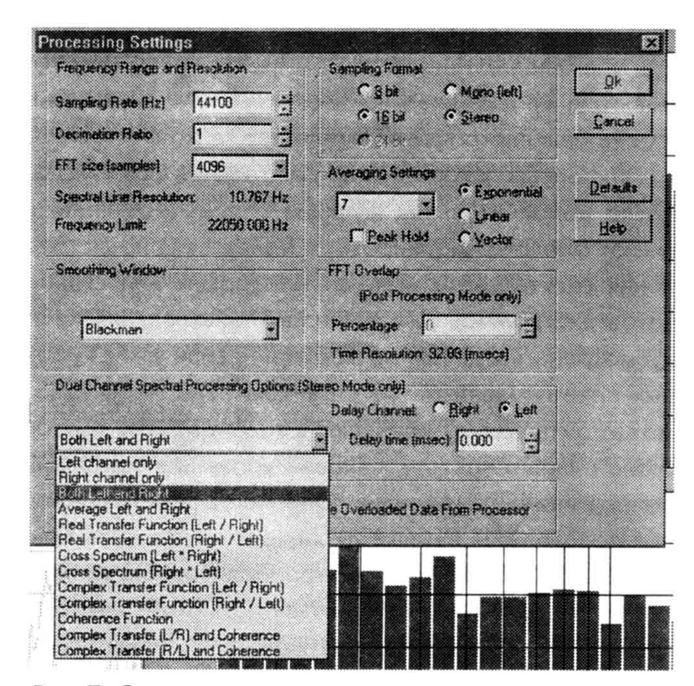


Рис. 7. Окно настройки

Вторым, не менее важным прибором в нашей виртуальной лаборатории можно считать анализатор спектра. На рис. 5 показано основное окно анализатора спектра. Динамические характеристики спектроанализатора сильно зависят от характеристик персонального компьютера, но, в любом случае, с помощью изменения предустановок удается подобрать наиболее комфортный режим.

Само собой, все основные параметры спектроанализатора можно менять и настраивать. Можно менять масштаб по вертикальной оси практически в неограниченных пределах непосредственным вводом нужных значений, а масштаб по горизонтальной (частотной) оси также широко варьируется с помощью

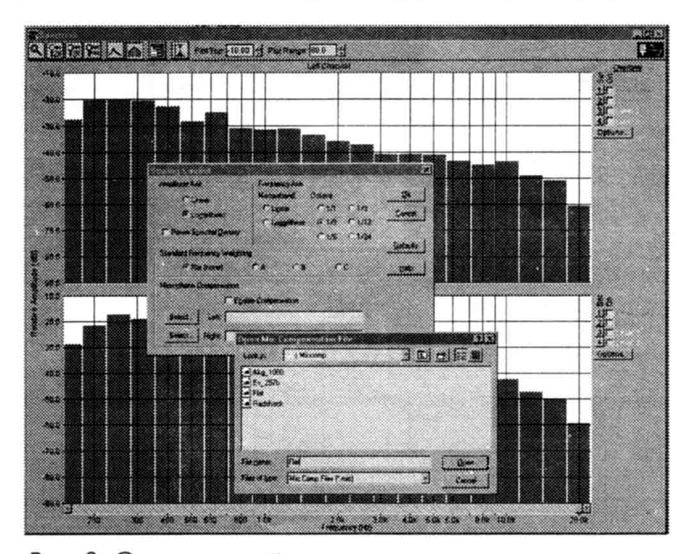


Рис. 8. Окно настройки

линз частоты. Внутри окна слева вверху — ряд кнопок управления анализатором. Большинство из них имеют те же графические обозначения, что и кнопки в окне осциллографа, и выполняют те же функции — изменение масштаба по горизонтальной оси и установка дополнительных функций. Только две кнопки имеют отличную маркировку и меняют вид представления спектрограммы (линейный график или столбчатая диаграмма). Для удобства пользователя предусмотрены специальные маркеры в виде узких красных прямоугольников со стрелками. Маркеры (а их может быть до 6) показывают в заданных точках частотной шкалы частоту, пиковый уровень в заданной полосе или и то и другое. Они могут расставляться пользователем в нужные точки частотной шкалы при настройке параметров спектроанализатора, но могут и по одному переставляться прямо на спектрограмме. Более того, наведя курсор на интересующую частотную полосу, на осях спектра можно видеть текущие величины амплитуды и частоты. Но и это еще не все. Для удобства сравнения спектров предназначены четыре оверлея, позволяющие запоминать мгновенный спектр (справа на окне спектроанализатора). Очень удобен для работы бывает режим с накоплением пикового значения, особенно фиксация в оверлей (именно этот момент и показан на рисунке). Как и у осциллографа, данные спектроанализатора можно вывести в качестве таблицы (слева внизу на рисунке) и экспортировать ее в какой-нибудь из табличных процессоров.

Кроме осциллографа и спектроанализатора или, лучше, в качестве дополнения к ним SpectraLAB обеспечивает виртуальную лабораторию целым рядом цифровых измерительных приборов. На рис. 6, помимо уже знакомого спектроанализатора, в правой части экрана расположены окна измерителей — пикового уровня, мощности, частоты, отношения сигнал/шум, нелинейных и интермодуляционных искажений и динамического диапазона. Естественно, что все эти измерения тоже происходят в реальном времени.

Для того, чтобы более полно представить возможности приборов, в частности спектроанализатора, покажем несколько окон настройки, в которых эти возможности видны.

В окне предустановок на рис. 7 видно, что можно задавать и изменять параметры оцифровки входного сигнала (как частоту квантования, так и разрядность преобразования), сужать или расширять рабочий частотный диапазон анализатора, сужая, уходить в область нижних частот, изменять число полос анализатора в пределах от 32 до 65536. Также предусмотрено большое число вариантов обработки спектра по каналам и их комбинации.

На рис. 8 показано, как в окне настройки шкал можно менять характер амплитудной шкалы (линейная или логарифмическая), а на частотной оси шкала также может носить как линейный, так и логарифмический характер. Возможна работа в полосах частот с шириной полосы от 1/1 до 1/24 октавы. Здесь же видна возможность включения при необходимости соответствующего стандартного взвешивающего фильтра.

Кроме того, нужно отметить еще одну существенную возможность. При проведении ряда акустических измерений (например, при обмере акустических параметров помещения и др.) необходимо учитывать характеристику измерительного микрофона. Если вам известна эта характеристика, ее можно сохранить в виде специального файла и затем при измерениях включить компенсацию микрофона, адресовав к соответствующему файлу (естественно, эту функцию можно использовать не только при работе с микрофоном).

Несколько слов о встроенном в SpectraLAB генераторе. С его помощью можно сформировать практически любой измерительный сигнал. Здесь, помимо обязательных синусоид, шума, пачек частот, свип-тона, треугольника и меандра, можно встретить и более редкие варианты — например, для измерения интермодуляционных искажений. Не стоит пренебрегать и приятной возможностью использовать также собственный сигнал, подготовленный в каком-либо из специализированных звуковых редакторов. Именно этот случай и показан на рис. 2 — пачки частот сформированы программой WaveLab и импортированы в SpectraLAB.